
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

EMM 322E/3 – HINGAR DAN GETARAN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan serta **SATU (1)** lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Lampiran A : Pengiraan Pengecilan Bunyi Kerana Pengadang.

Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia** ATAU kombinasi kedua-duanya.

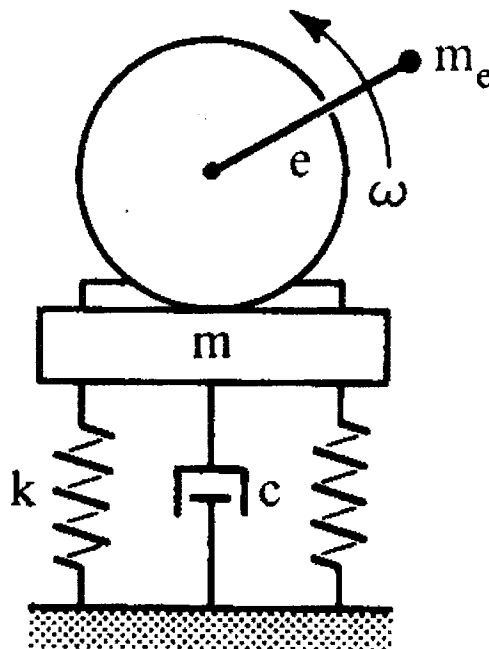
Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- S1. [a] Rajah S1[a] menunjukkan sebuah motor elektrik yang dipasang di atas sebuah pelapik keluli yang disokong oleh dua spring dengan kekakuan bagi setiap spring ialah $k = 45 \text{ N/mm}$. Motor itu akan beroperasi pada kelajuan 1800 putaran seminit dan mempunyai jisim tak imbang 30 g pada kesipian $e = 150 \text{ mm}$. Pada keadaan motor tidak bergerak ujian getaran dilakukan dengan menolak pelapik dan motor ke bawah dan didapati frekuensi getaran pada 15 Hz dan ukuran nisbah amplitud ayunan pertama kepada ayunan keempat ialah 1.40. Tentukan yang berikut:

- i] nisbah redaman
- ii] amplitud getaran apabila motor beroperasi
- iii] nilai faktor gandaan sewaktu resonans
- iv] magnitud daya yang dihantar ke lantai

Figure Q1[a] shows a base plate mounted on two springs with stiffness $k = 45 \text{ N/mm}$ each and supporting a motor running at 1800 rpm having an unbalance of 30g at a radius of $e = 150 \text{ mm}$. With the motor still, the plate was initially displaced and released. The frequency of oscillation was 15 Hz. The ratio of amplitude for of the first to the fourth oscillation was 1.40. Determine the following:

- i] damping ratio
- ii] vibration amplitude when the motor is running
- iii] the magnification factor at resonance
- iv] the magnitude of the force transmitted to the floor



Rajah S1[a]
Figure Q1[a]

(60 markah)

- b) Sebuah peralatan elektronik mempunyai jisim 1 kg dan disokong oleh spring dengan kekakuan setara $k = 2400 \text{ N/m}$ dan pemalar redaman $c = 2 \text{ Ns/m}$. Peralatan itu dianjakkan 2 mm daripada kedudukan keseimbangan dan dilepaskan. Tentukan persamaan gerakan untuk sistem tersebut dan amplitud getaran selepas 3 saat.

An electronic instrument has a mass of 1 kg and is supported by springs that have equivalent spring constant of $k = 2400 \text{ N/m}$ and damping constant $c = 2 \text{ Ns/m}$. It is displaced 2 mm from equilibrium and released. Determine the equation of motion for the system and the vibration amplitude after 3 seconds.

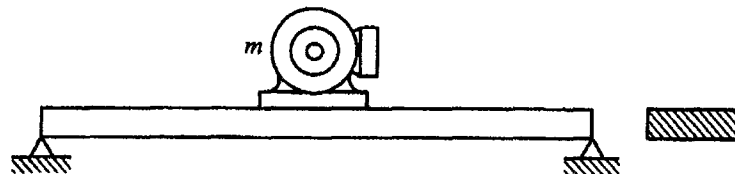
(40 markah)

- S2. Sebuah motor elektrik dengan jisim $m = 22 \text{ kg}$ dipasang pada tetengah rasuk yang disangga mudah. Rasuk tersebut mempunyai keratan segiempat seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S2[a]. Rentang rasuk adalah $L = 1 \text{ m}$, lebar $b = 0.2 \text{ m}$ dan tebal $t = 0.01 \text{ m}$. Amplitud getaran bagi daya harmonik tak imbang ialah 55 N pada frekuensi 13 Hz. Abaikan jisim rasuk dan ambil nilai $E = 200 \text{ GPa}$ dan nisbah redaman $\zeta = 0.02$ maka tentukan :

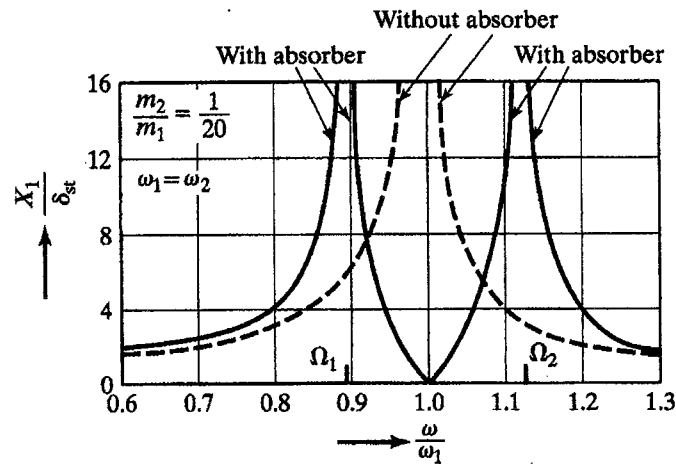
- a] Amplitud getaran
b] Dengan menggunakan kaedah penyerap getaran bertala dan dengan mengambil jisim kedua satu perduapuluh jisim utama ($m_2 = m_1/20$), tentukan kekakuan sistem penyerap getaran yang sesuai dan tentukan amplitud getaran selepas dipasang sistem penyerap getaran. Graf yang berkaitan dengan sistem penyerap getaran bertala di sertakan di dalam Rajah S2[b].

An electric motor of mass $m = 22 \text{ kg}$ is mounted at the midspan of a simply supported steel beam. The beam has a rectangular cross section as shown in figure Q2[a] with the span of $L = 1 \text{ m}$, width $b = 0.2 \text{ m}$ and thickness of $t = 0.01 \text{ m}$. Neglect the mass of the beam and take the value of $E = 200 \text{ GPa}$ and the damping ratio as $\zeta = 0.02$. The amplitude of the harmonic vertical force is known to be 55 N at 13 Hz. Determine the following:

- a] The vibration amplitude
b] With the use of a suitably designed tuned vibration absorber and by taking the secondary mass one twentieth of the primary mass ($m_2 = m_1/20$) determine the stiffness of the tuned vibration absorber system and also the vibration amplitude after the installation of the tuned vibration absorber. The relevant graphs on tuned vibration absorber is shown in Figure S2[b].



Rajah S2[a]
Figure Q2[a]



Rajah S2[b] : Graf Faktor Gandaan Melawan Nisbah Frekuensi

Figure Q2[b] : Graph showing the magnification factor versus the frequency ratio

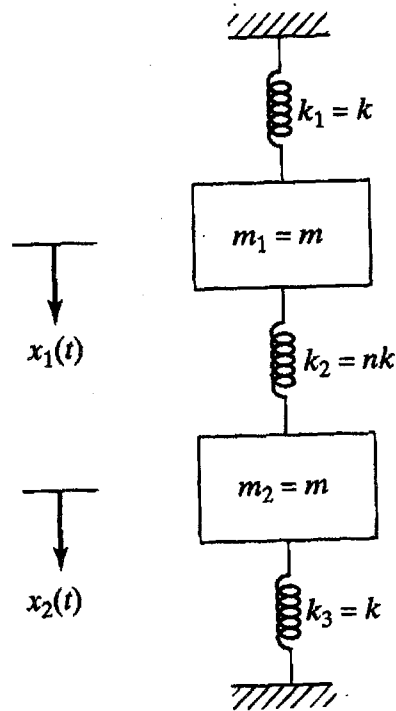
(100 markah)

S3. Rajah S3 menunjukkan sistem dua jisim dengan nilai-nilai jisim m dan kekakuan k seperti yang ditunjukkan. Dengan mengambil nilai $n = 1$ dan dengan mempertimbangkan gerakan di dalam arah menegak sahaja.

- lakarkan rajah badan bebas untuk setiap jasad**
- tuliskan persamaan gerakan untuk setiap jasad**
- dapatkan matriks kekakuan dan matriks jisim bagi sistem**
- tentukan persamaan cirian untuk sistem**
- tentukan frekuensi jati bagi sistem**
- dapatkan persamaan amplitud getaran bagi jasad 1 jika daya harmonik $F(t) = F \sin \omega t$ dikenakan kepada jisim 2**

A two mass system is shown in figure Q3 with the values of the stiffness of the springs and the associated masses are as shown. By taking the value of $n = 1$ and by considering only the vertical motion.

- draw the free body diagram*
- write the equation of motion for each body*
- derive the stiffness matrix and the mass matrix*
- derive the characteristic equation*
- determine the natural frequencies*
- The expression for the vibration amplitude of mass 1 if the system is subjected to a harmonic force of $F(t) = F \sin \omega t$ at mass 2*



Rajah S3
Figure Q3

(100 markah)

- S4. [a] Satu sumber bunyi sfera mengeluarkan bunyi berkuasa 10 watts ke seluruh ruang pada frekuensi 700 Hz. Tentukan paras kuasa bunyi, keamatan akustik, paras keamatan, tekanan bunyi dan paras tekanan bunyi pada jarak berjejari 2 m dari sumber. Anggapkan ketumpatan udara, $\rho = 1.21 \text{ kg/m}^3$ dan halaju bunyi, $c = 343 \text{ m/s}$.

A simple spherical sound source radiates sound into whole space with 10 watts of power at a frequency of 700 Hz. Find the sound power level, acoustic intensity, intensity level, sound pressure and sound pressure level at radial distance of 2 m from the source. Assume that air density, $\rho = 1.21 \text{ kg/m}^3$ and sound velocity, $c = 343 \text{ m/s}$.

(30 markah)

- [b] Satu piston di dalam tiub yang digerak oleh motor secara gerakan sinus menghasilkan amplitud sesaran sebanyak 1.0 mm. Kelajuan motor adalah 6000 psm. Tentukan amplitud bagi tekanan bunyi yang terhasil dalam tiub tersebut dan kira punca min kuasa tekanan tersebut. Anggapkan bahawa ketumpatan udara, ρ adalah 1.21 kg/m^3 dan halaju bunyi adalah 343 m/s .

A piston in a long tube is driven in sinusoidal motion by a motor so that the displacement amplitude of the piston is 1.0 mm. The speed of the motor is 6000 rpm. Find the amplitude of the sound pressure of the waves generated in the tube and calculate the root mean square of the pressure. Assume that air density, $\rho = 1.21 \text{ kg/m}^3$ and sound velocity, $c = 343 \text{ m/s}$.

(30 markah)

- [c] Terbitkan ungkapan untuk paras tekanan bunyi dalam sebutan paras kuasa bunyi bagi udara pada 20°C and 1 atm. Anggapkan bahawa ketumpatan udara, ρ adalah 1.21 kg/m^3 dan halaju bunyi adalah 343 m/s .

Derive an expression of the sound power level in terms of the sound pressure level in air at 20°C and 1 atm. Assume that air density, $\rho = 1.21 \text{ kg/m}^3$ and sound velocity, $c = 343 \text{ m/s}$.

(30 markah)

- [d] Terangkan berkenaan keamatan bunyi (I) dan hukum persegi songsang dengan mengambilkira satu sumber menghasilkan bunyi ke dalam seluruh ruang.

Explain the sound intensity (I) and the inverse square law by considering a sound source radiating uniformly into free space.

(10 markah)

- S5. [a] Pertimbangkan dua gelombang sinus yang mempunyai amplitud, frekuensi dan panjang gelombang yang sama serta bergerak pada arah yang sama. Terbitkan persamaan bagi gelombang yang terhasil dan terangkan interferens pada fasa yang sama ($\theta = 0$) dan pada fasa yang bertentangan ($\theta = 180^\circ$).

Consider 2 simple sinusoidal waves with the same amplitude, frequency and wavelength are traveling in same direction. Derive an expression of the resulting wave and explain the interferences when the two waves are in-phase ($\theta = 0$) and opposite-phase ($\theta = 180^\circ$).

(30 markah)

- [b] Menggunakan definisi punca min kuasa dua bagi tekanan bunyi, p_{pmkd} seperti ditunjukkan di bawah, terbitkan ungkapan bagi punca min kuasa dua bagi gelombang sinus yang terhasil dalam soalan S5[a] di atas.

$$p_{pmkd} = \sqrt{\lim_{T \rightarrow \infty} \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 dt \right\}}$$

Using the definition of the root-mean-square of a sound pressure, p_{rms} as shown below, derive an expression for root mean square of the resulting sinusoidal wave as in the question Q5[a].

$$p_{rms} = \sqrt{\lim_{T \rightarrow \infty} \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 dt \right\}}$$

(20 markah)

- [c] Satu sumber bunyi berkuasa 10 microwatt diletakkan pada satu sudut (pertemuan 2 dinding dan lantai) sebuah bilik berukuran 9 m panjang, 4.5 m lebar dan 3 m tinggi. Pekali serapan untuk dinding, lantai dan siling masing-masing adalah 0.02, 0.1 dan 0.26.

- i] Tentukan paras tekanan bunyi pada kedudukan di tengah-tengah bilik (di atas lantai) dengan mengambilkira kehadiran medan gema dan anggapkan bahawa bunyi tersebar terus dari sumber.
- ii] Untuk mengurangkan hingar sebanyak 5 dB, tentukan pekali serapan bahan penyerapan yang perlu ditambah pada siling.

A 10 microwatt sound source is located at one corner (2 walls and floor meet together) of a room with dimension of 9 m length, 4.5 m width and 3 m height. The value of absorption coefficient of the walls, ceiling and roof are 0.02, 0.1 and 0.26, respectively.

- i] *Find the sound pressure level at the center of the room (on the floor) by taking into account the presence of reverberant field. Use only the direct sound radiation from the source.*
- ii] *For 5 dB noise reduction, find the absorption coefficient of the absorption material that will be added to the ceiling.*

(50 markah)

- S6. [a] Tunjukkan bahawa persamaan pekali penghantaran kuasa bunyi, α_t dan pekali pemantulan kuasa bunyi, α_r adalah seperti di bawah. Seterusnya, bincangkan bagi kes-kes apabila $z_1 \ll z_2$, $z_1 = z_2$ dan $z_2 \ll z_1$.

$$\alpha_t = \frac{4z_1z_2}{(z_1 + z_2)^2}, \quad \alpha_r = \frac{z_2 - z_1}{(z_1 + z_2)^2}$$

di mana, z_1 : galangan bagi medium pertama

z_2 : galangan bagi medium kedua

Show that the sound power transmission coefficient, α_t and the sound power reflection coefficient, α_r are given by the below equations. Also, discuss for the cases when for $z_1 \ll z_2$, $z_1 = z_2$ and $z_2 \ll z_1$.

$$\alpha_t = \frac{4z_1z_2}{(z_1 + z_2)^2}, \quad \alpha_r = \frac{z_2 - z_1}{(z_1 + z_2)^2}$$

Where, z_1 : the impedance of first medium

z_2 : the impedance of second medium

(50 markah)

- [b] Sebuah janakuasa terletak di atas tanah, 18 m dari sebuah rumah. Untuk mengurangkan kebisingan, tuanrumah bercadang membina tembok di antara janakuasa dan rumah itu. 2 pilihan lokasi dengan ketinggian tembok yang berbeza dicadangkan; (a) jarak 1 m dari janakuasa dengan ketinggian 5 m dan (b) jarak 9.5 m dari janakuasa dengan ketinggian 3 m. Diberikan jalur 1/1 oktaf paras kuasa bunyi (SWL) janakuasa adalah seperti dalam jadual di bawah. Bagi setiap cadangan, tentukan paras tekanan bunyi bagi setiap jalur oktaf yang sampai ke tingkap rumah berkenaan. Pilihan manakah yang memberikan pengecilan bunyi yang maksimum? Anggapkan pertengahan tingkap rumah itu 2 m dari tanah.

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
SWL(dB)	80	95	107	109	99	85	72

A generator is located on ground, 18 m from a house. To reduce noise, the owner wants to build a barrier between the generator and house. 2 locations with different barrier's height are suggested; (a) 1 m from generator with 5 m barrier's height and (b) 9.5 m from the generator with 3 m barrier's height. The 1/1 octave band sound power levels (SWL) of the generator are given in the table below. For each choice, determine the sound pressure level for every octave band as it reach the house's window. Which location will give the maximum noise reduction? Assume that the center of window is 2 m from the ground.

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
SWL(dB)	80	95	107	109	99	85	72

(50 markah)

-oooOOOooo-

Pengiraan pengecilan bunyi kerana pengadang

